

DEFINIÇÃO DE UMA METODOLOGIA PARA MODELAGEM DE AGENTES INTELIGENTES DIFUSOS A PARTIR DA TÉCNICA DE MAPAS MENTAIS: Um estudo de caso baseado na percepção e comportamento de usuários da praia Brava, SC – Brasil

Orlando Guerreiro (1)
José Matarezi (2)
Rafael Medeiros Sperb (3)
João Pedro Barreiros (4)

RESUMO

A partir da premissa de que os conhecimentos da percepção e do comportamento humanos são importantes para o entendimento de seus valores, e que estes podem influenciar no uso e ocupação do espaço, este artigo considera crucial ao processo de gestão ambiental a compreensão destes elementos. A pesquisa apresentada é de caráter exploratório, qualitativo e associa a investigação em cognição ambiental com inteligência artificial através do empreendimento da técnica de mapa mental para caracterização do perfil de grupos de usuários da praia Brava, Itajaí – SC, Brasil, a partir da percepção e comportamento de cada indivíduo frente a atributos espaciais do meio. Os perfis obtidos por este tipo de metodologia são testados num modelo de simulação baseada em agentes inteligentes difusos, uma técnica de inteligência artificial bastante recente. O uso da ferramenta de simulação para a gestão ambiental em áreas costeiras, em particular em praias, é uma importante forma de entender o impacto humano através da previsão de situações e medidas que visam o gerenciamento mais adequado do lugar.

Palavras-Chave: Percepção Ambiental; Comportamento Espacial; Mapas Mentais; Modelos Baseados em Agentes Difusos; Zonas Costeiras.

ABSTRACT

Understand people's values and spatial behavior is important toward a successful environmental planning and management. This paper merge environmental perception and spatial behavior with simulation through the employment of a new simulation paradigm called intelligent fuzzy agent-based model. In this research, sketch maps and questionnaires were apply to study coastal zones user group's perceptions and spatial behavior in order to provide information for modeling reasons. It was selected as study case the Praia Brava, Itajaí – SC, Brazil due to its diverse environment. As conclusion was proven that the methodology is an excellent method to categorize user's perception and spatial behavior for computational codification.

Keywords: Environmental Perception, Spatial Behavior, Sketch Maps, Fuzzy Intelligent Agent Based Models, Coastal Zones.

1.Introdução

O ser humano entende o meio que o rodeia em função de sua percepção acerca do mesmo, avaliando-o e gerando uma opinião para sua conduta e comportamento. A compreensão da percepção e a simulação do comportamento humano são uma forma ousada de abordar a questão ambiental. No entanto, a aplicação de metodologias que façam o elo de ligação entre estas, é um campo em exploração, principalmente em áreas costeiras. Este artigo procura através de um estudo de caso realizar a conexão entre a percepção do ambiente pelo ser humano e sua simulação em um mundo virtual do seu comportamento face a atributos espaciais em uma praia. A realização do estudo em uma zona costeira se deve à forte ligação entre o ser humano a estas zonas, em particular para com as praias. O fascínio surge por estas representarem produtividade em determinadas atividades (um exemplo milenar de atividade costeira é a presença de sambaquis tendo a pesca como meio de subsistência), e constituírem um lugar de atração permanente para o ser humano (TUAN, 1980). Atualmente, devido ao fato de grande parte da população humana se localizar preferencialmente junto ao litoral, o número de usos associados à zona costeira é também maior (UNESCO, 1997). Milhões de pessoas, independentemente de suas condições sociais, culturais e econômicas dependem das zonas costeiras, promovendo um grande e complexo mosaico de grupos de interesse. Este fato pode levar a existência de conflitos de uso dos recursos existentes (GIMBLETT, DURNOTA, ITAMI, 1996; GIMBLETT, RICHARDS, ITAMI, 1998). Desta forma o entendimento da percepção ambiental dessas pessoas e sua relação com o meio são um significativo passo no caminho de um bom gerenciamento costeiro. É relevante o facto de que o ser humano, segundo Tuan (1980), é a principal origem dos problemas ambientais, e esses sendo problemas humanos, estão associados ao centro psicológico da motivação, dos valores e atitudes. Para o autor, a melhor forma de resolução dos problemas é entender como as pessoas percebem, valorizam e agem perante o meio que os rodeia. Os métodos mais utilizados em pesquisas de percepção ambiental referem-se particularmente ao mapeamento cognitivo, ou imagens mentais relativas ao meio. Segundo Souza, (1998) a metodologia geralmente aplicada consiste basicamente em solicitar aos indivíduos entrevistados para que façam representações gráficas, fruto da sua memória espacial do ambiente em estudo. Assim a percepção através da formação e fixação de imagens, chamadas de mapas mentais, representam a cognição humana do espaço, servindo estas para alimentar a avaliação, adaptação e comportamento do indivíduo ao meio (FISCHER, 1994; SOUZA, 1998). Compreender essa interação, entre ser humano e meio, possibilita a previsão de importantes medidas de gerenciamento que visam minimizar o impacto humano sobre o meio, como programas de educação ambiental, monitoramento, zoneamento, planejamento e gestão. A pesquisa apresentada neste documento é de caráter exploratório, qualitativo e associa a pesquisa em cognição ambiental com inteligência artificial empregando a técnica de mapa mental (mapa cognitivo ou *sketch map*) e questionário para caracterizar o perfil, segundo a percepção e comportamento frente a atributos espaciais, de grupos de usuários da praia Brava, localizada no município de Itajaí, litoral centro-Norte do estado de Santa Catarina, Brasil. Os perfis obtidos por este tipo de metodologia são testados num modelo de simulação baseada em agentes inteligentes difusos (MBAD), uma técnica de inteligência artificial bastante recente, desenvolvida por Sperb (2002), na qual é possível compor mapas mentais virtuais. Esta ferramenta utiliza como fundamento matemático a lógica difusa, uma área da inteligência artificial que lida com os princípios de incerteza e imprecisão, inerentes à linguagem humana. O uso da ferramenta de simulação para a gestão ambiental em áreas costeiras, em particular em praias, é uma importante forma de entender o impacto humano através da previsão de situações e medidas que visam o gerenciamento mais adequado do lugar (e.g. definição da capacidade de carga, construção de passarelas, definição de áreas para intervenção de atividades de educação ambiental, etc).

2.Material e Método

O desenvolvimento deste trabalho compreendeu etapas de campo e laboratório. Em laboratório foram realizados o levantamento bibliográfico a definição da metodologia e o tratamento e análise dos resultados obtidos em campo para modelagem da percepção e comportamento e posterior análise de resultados de simulação.

A metodologia consistia na aplicação de um questionário, composto por quatro grupos de questões, sendo os três grupos iniciais adaptados de Ramos (2000). Estes relacionam variáveis de identificação, frequência e afinidade, procurando abstrair a relação dos indivíduos com o meio. Como complemento à aplicação do questionário utilizou-se a técnica de mapa mental. Esta consistia em um mapa base da área de estudo, com alguma informação espacial para orientação, no qual o entrevistado registrava sua percepção espacial e preferência de localização no mapa através da seguinte escala de valores lingüísticos pré-definidos: excelente, bom, razoável, ruim e péssimo. A utilização do mapa base permitiu a comparação do registro gráfico dos indivíduos da pesquisa, auxiliando no cruzamento da informação através da sobreposição dos mapas mentais.

Material

O material utilizado em campo consistiu de um roteiro de entrevista, relógio, crachá de identificação, marcador de transparência (vermelho, azul, negro e verde), mapa da área de estudo sobre planilha (mapa base) e transparência (folha de acetato) em tamanho A3 para a representação gráfica.

Análise dos Resultados de Campo

Os dados dos mapas mentais foram tratados num sistema de informação geográfica (ArcView) e analisados de duas formas:

- Registro no SIG da classificação dos entrevistados para entendimento das tendências e comportamentos humanos no espaço, tal como a localização de atributos especiais. O registro no SIG permitiu a construção das matrizes de percepção empregadas no MBAD;
- Complementarmente efetuou-se a sobreposição dos mapas, permitindo o seu agrupamento cujo registro demonstrou percepção similar.

Modelo e Simulação

A aplicação do modelo desenvolvido por Sperb (2002) nesta pesquisa necessita das seguintes informações básicas:

- Identificação dos usuários por categorias, segundo os atributos espaciais mais importantes na sua percepção;
- Representação espacial dos atributos;
- Abstração do comportamento dos usuários frente aos atributos (preferência).

A partir destas informações, foi possível definir as regras de inferência difusa necessárias para a construção dos mapas mentais virtuais, e conseqüentemente simular o comportamento humano na praia. Os mapas mentais virtuais têm origem na análise da relação dos usuários com os atributos espaciais. Eles representam os atributos considerados importantes na percepção dos usuários, enquanto o comportamento propriamente dito é resultado da análise espacial e da avaliação do questionário. Tanto os atributos espaciais quanto o comportamento modelado são testados através de simulações. Espera-se que estes itens se aproximem das situações reais em que tiveram origem.

Análise das simulações

A análise das simulações ocorreu através da comparação visual entre os mapas mentais (usuários) obtidos em campo e os resultantes no modelo (mapa mental virtual). O comportamento foi testado através de simulações de distribuição dos agentes no espaço virtual segundo as suas preferências.

3. Estudo de Caso

O estudo proposto visa compreender a percepção ambiental e distribuição dos usuários na extensão da praia. A percepção frente aos atributos espaciais (e.g. sistema de dunas, restinga, mata atlântica, bar, acesso, etc) é considerada determinante na expressão da preferência dos distintos grupos de usuários de praias. Assim, acredita-se que este estudo de caso seja apropriado ao teste proposto neste trabalho.

Área de Estudo

A praia Brava encontra-se localizada no litoral centro-norte catarinense, mais precisamente entre os municípios de Itajaí (147.494 habitantes) e Balneário Camboriú (73.455 habitantes). A praia é limitada pelos promontórios rochosos da Ponta do Morcego ao norte, e da Ponta da Preguiça ao sul (Figura 1). Constitui-se de uma praia cujas características morfodinâmicas lhe conferem o aspecto do tipo intermediário, possuindo alguns ecossistemas em razoável estado de conservação, tais como praia, dunas, mangue, brejos, costão rochoso, estuário, restinga e mata atlântica (SILVA et al., 1996; POLETTE et al., 2001). Por apresentar significativas áreas naturais a praia Brava tem despertado o interesse crescente para usos diversos, em especial para edificações residenciais e estruturas de recreação e lazer noturnos, fomentando uma grande especulação imobiliária.

<Inserir Figura 1>

Apesar da grande biodiversidade e valor paisagístico, o processo de degradação é acelerado devido a medidas incoerentes com a preservação do lugar e descumprimento generalizado da legislação ambiental.

Questionário

O grupo de questões associado à técnica de mapa mental é composto por cinco questões para determinar como o indivíduo classifica a praia. A escala para avaliação da percepção ambiental foi definida em cinco valores lingüísticos anteriormente referidos (excelente, bom, razoável, ruim e péssimo). Para além das questões de classificação, outras foram aplicadas para uma maior eloquência do comportamento dos entrevistados, como o lugar de maior e menor frequência, problema e área de preservação. No Quadro 1 encontram-se listadas as questões e a motivação que se busca obter através de sua aplicação. A combinação entre questionário e mapa mental possibilita uma coerência na informação obtida de todos os sujeitos. Esta permite o entendimento da percepção de valores e atitudes face ao meio, além da representação gráfica e espacialização dos atributos considerados significativos para cada usuário.

Quadro 1. Questões e motivações de sua aplicação.

Questão	Motivação
1. Ao longo da praia qual a área que para você é: excelente; bom; razoável; ruim e péssimo?	A semântica utilizada é proposital para que possibilite aos usuários uma associação do significado da palavra à percepção que o mesmo tem com tal classificação em sua percepção. Para além da classificação da praia era pedida também a justificativa da escolha. A razão que o leva a considerar determinado lugar como um excelente lugar e outro como um péssimo lugar, é importante e crucial informação para a pesquisa.
2. Indique qual o local que você mais frequenta / costuma ficar na praia Brava; Porquê?	Esta questão permite entender qual o lugar na praia que é mais frequentado e qual a razão ou atributo espacial associado à frequência.
3. Qual o local que você não gosta de ficar na praia Brava? Porquê?	O registro do local e a justificativa dos sujeitos acerca do porquê de não existir atração (ou existir repulsão) permite identificar/localizar espacialmente o lugar e as razões pelas quais os indivíduos não frequentam determinados lugares.

Esta pode também ser uma maneira de entender a distribuição e distinção entre grupos sociais.

4. Onde você acha que tem problemas, e que tipo de problemas?
5. Para você a praia Brava deveria ter uma área de preservação/conservação? ☐ Sim ☐ Não; Se sim indique a área a preservar, e as razões:

A questão de categorizar o que é “problema” como a sua representação gráfica é bastante subjetiva, os vários sujeitos podem ter diferentes concepções do que é “problema”. Esta poderá ser também uma forma de entender onde determinado grupo, segundo o seu conceito de “problema”, poderá ou não frequentar determinado ponto na praia.

A questão acerca da preservação, área a preservar e razão procura entender qual a ambição e atitude do indivíduo em relação a determinada área natural ainda existente na praia (ou a toda ela).

O conjunto de questões associado ao mapa mental foi sujeito a uma análise de carácter qualitativo, visando o subsidio de informações necessárias para a simulação. Esta procurou identificar e caracterizar o perfil de indivíduos estudados.

Técnica de Mapa Mental

O uso da técnica de mapa mental procura abstrair a percepção do usuário acerca do local de estudo, ou seja, a forma como este qualifica, valoriza e se representa no espaço. Para sua aplicação em campo, foi elaborado um mapa base da área de estudo contendo algumas informações de referência. Estas derivam dos elementos espaciais propostos por Lynch (1968), abrangendo assim para o estudo de caso a seguinte informação:

- As vias de acesso e de deslocamento;
- Os limites de praia e costa, bem como os cursos de água;
- As quadras constituintes do Bairro praia Brava;
- Os nós por serem espaços de inserção e condensação de espaços.

O único elemento não adotado dos sugeridos pelo autor, foi à inserção de pontos de referência que poderiam influenciar a percepção do indivíduo, como bares, posto salva-vidas, restinga, dunas, etc.

A representação e percepção do meio, pelos indivíduos foi realizada sobre folhas de acetato em formato A3 nas quais registraram graficamente sobre o mapa base da praia. O tipo de registro (e.g. circular, retilíneo, etc) não é considerado requisito metodológico. Na Figura 2 { imagem a) e b)} é possível visualizar o mapa base e o registro da percepção ambiental de um usuário. As cores e o traço (segundo legenda) foram imposições metodológicas óbvias, para que fosse possível uma comparação entre os registros de todos os entrevistados.

Levantamento de Campo e Aplicação do Método

O levantamento de campo foi efetuado entre os meses de junho e setembro de 2002, na sua maioria durante os fins de semana tendo sido realizadas oito saídas de campo nas quais foram entrevistados 87 sujeitos. As entrevistas foram realizadas de forma aleatória a sujeitos que se encontrassem na faixa de areia entre a duna (ou estrada em alguns lugares) e o limite da praia (mar). A aplicação do método utilizou o mapa da praia Brava impresso em uma folha A3 (mapa base), sobre o qual os entrevistados realizaram seus registros gráficos, tendo gerado diversas situações, desde o entusiasmo por parte dos usuários, até espanto e indignação. Observou-se alguma resistência por parte de alguns usuários em registrar no mapa a sua percepção, tendo os mesmos solicitado ao pesquisador que o fizesse. No entanto, não foi feito em nenhum dos casos. Apenas em algumas situações o pesquisador efetuou alguns registros no mapa mental para elucidar a informação transmitida pelos entrevistados. O uso de um mapa base permitiu através da sobreposição dos mapas o cruzamento da informação dos entrevistados, possibilitando a partir de uma simples análise visual o seu agrupamento em categorias com similar percepção ambiental como é demonstrado nas imagens c), d) e e) da Figura 2 .

<Inserir Figura 2>

Modelo Baseado em Agentes Difusos

O modelo baseado em agentes difusos requer algumas informações básicas para a sua construção. No presente estudo de caso é necessário definir a seguinte informação:

- Usuários definidos em categorias associadas aos atributos espaciais (Figura 3);
- Representação espacial destes atributos;
- Abstração do comportamento dos usuários frente aos atributos.

<Inserir Figura 3 >

Atributos Espaciais

Para cada uma das cinco categorias de usuários apresentadas no Quadro 2, encontrando-se associado um tipo de agente, de mesma denominação. Ou seja, para a categoria A, tem-se um agente A correspondente no universo virtual. Por consequência, cada tipo de agente possui seu próprio mapa mental virtual, formado através da inferência das regras de comportamento, frente aos atributos espaciais (camadas de informação).

A representação dos atributos espaciais em camadas de informação recebe a denominação de mapa de percepção do agente, sendo que este surge não apenas da identificação dos limites do atributo, mas resultado de uma análise de distância conduzida em um SIG.

Quadro 2. Tabela das categorias de agentes e respectivos Layers de percepção para a formação dos mapas mentais difusos.

USUÁRIOS - AGENTES	CAMADAS DE INFORMAÇÃO (LAYERS) - ATRIBUTOS				
	PRAIA	SISTEMA DE DUNAS	MORROS	BAR	ACESSO
CATEGORIA A	X	X			
CATEGORIA B	X		X		
CATEGORIA C	X				X
CATEGORIA D	X			X	
CATEGORIA E	X			X	

Regras de comportamento e mapas mentais

A abstração das regras de comportamento foi feita a partir da técnica de mapa mental, questionário e interpretação do modelador. Este procedimento, bastante subjetivo, depende da percepção do indivíduo. No entanto, subjetividade e incerteza são características deste estudo. Por outro lado, evidencia o caráter exploratório do enfoque proposto, facilitado pelo emprego da lógica difusa, através de termos lingüísticos. Há de se considerar que o modelo proposto por Sperb (2002) é um sistema computacional, sendo apenas possível representar a percepção e o comportamento atribuído aos grupos de usuários através de inferência difusa. Deve ser considerado como vantagem a opção pelo estudo do comportamento de usuários de praias a partir de métodos originados da área de cognição e percepção ambiental.

Abstração dos comportamentos

Os comportamentos foram abstraídos a partir das preferências individuais de cada grupo, face aos atributos espaciais. Em linhas gerais, o mecanismo de codificação consiste na associação dos valores lingüísticos de proximidade do atributo à regras de comportamento. A noção de proximidade é representada esquematicamente no mapa mental do usuário, facilitando a composição de conjuntos difusos associados. Assim, quando um entrevistado representa sua preferência pela proximidade ao atributo bar, desenhando um círculo ao redor deste, sua percepção de distância estará implícito de certa forma neste registro. O valor excelente é associado a sua preferência, como exemplificado na Figura 3. É possível a partir deste mapa mental abstrair a seguinte informação:

<Insert Figura 3 >

Mapas mentais virtuais

Os mapas mentais virtuais representam a síntese da percepção do usuário, obtida pela inferência difusa. Esta síntese pode ser considerada, de maneira análoga, a visão dos agentes durante a simulação. Ou seja, como este vê o universo em que vive.

O processo de inferência das regras ocorre célula a célula das camadas de entrada (mapas de percepção), e tem por saída o resultado defuzificado para a célula correspondente no mapa mental virtual. Este mecanismo pode ser melhor entendido através da Figura 4. Nela, os mapas de percepção do agente encontram-se apresentados em verde, enquanto o mapa mental resultante da inferência em amarelo.

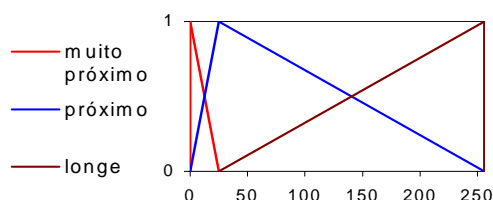
<Inserir Figura 4 >

O processo de construção do mapa de percepção a partir da definição espacial do atributo é feito através de um SIG, conforme apresentado anteriormente. Já o mapa mental virtual é gerado na ferramenta de simulação. Esta ferramenta possui um módulo de importação de arquivos de imagem ascii gerados pelo ArcView que, além de importá-la mantendo seu georreferenciamento, normaliza para os valores desejados para a reta suporte dos conjuntos difusos. Este procedimento pode ser visualizado na Figura 5. Nesta figura, em (a) encontram-se representados os atributos para a categoria A anteriormente definida. Após a análise de distância e a importação para o sistema de simulação, os mapas de percepção (b) praia e (c) duna estão prontos para serem utilizados pelo mecanismo de inferência. Nestas duas figuras é importante notar o degrade que representa o distanciamento do atributo espacial. O mapa mental virtual deste agente encontra-se em (d), sendo nitidamente a síntese dos dois layers de percepção. Logicamente que esta é uma representação ideal, de reduzida complexidade. Em casos onde existe um grande número de atributos ou muitas regras, a complexidade tende a aumentar, gerando mapas mentais virtuais mais elaborados.

As regras e os valores lingüísticos empregados para a geração do mapa mental do exemplo, segundo a sintaxe da ferramenta de simulação, bem como os conjuntos difusos de entrada e saída encontram-se apresentados em seguida:

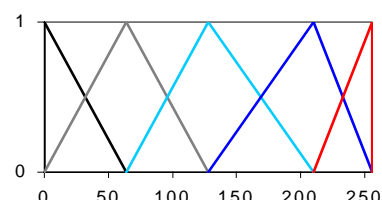
Quadro 3. Regras utilizadas para simular a percepção do agente (mapa mental virtual)

if (praia IS mp)		(duna IS mp))	OUTPUT = excelente
if ((praia IS mp)	AND	(duna IS pr))	OUTPUT = bom
if ((praia IS mp)	AND	(duna IS lg))	OUTPUT = razoável
if ((praia IS pr)	AND	(duna IS mp))	OUTPUT = ruim
if ((praia IS pr)	AND	(duna IS pr))	OUTPUT = razoável
if ((praia IS pr)	AND	(duna IS lg))	OUTPUT = ruim
if ((praia IS lg)	AND	(duna IS mp))	OUTPUT = péssimo
if ((praia IS lg)	AND	(duna IS pr))	OUTPUT = ruim
if ((praia IS lg)	AND	(duna IS lg))	OUTPUT = péssimo
Onde: mp: muito próximo;			
pr: próximo;			
lg: longe.			



a)

— péssimo
— ruim
— razoável
— bom
— excelente



b)

Gráfico 1. a) Conjunto de entrada (praia e duna) e b) conjunto de saída (preferência)

A escala utilizada como base para a realização dos grupos difusos (256) está relacionada com a percepção de cores do olho humano. O resultado das regras de inferência e conjuntos utilizados resulta no mapa mental virtual da percepção do agente, síntese da percepção do usuário (imagens d) e f)). A comparação entre os mapas obtidos em campo – e)

do usuário relativo à percepção do ambiente real – e em laboratório – d) e f) do agente em ambiente virtual – permite através de uma simples análise visual a comparação entre ambos. O comportamento do agente – categoria A - gerado através do mapa mental virtual é apresentado no resultado g) de uma simulação da categoria em exemplo (Figura 5).

<Inserir Figura 5>

Simulação

Na sequência da elaboração do mapa mental virtual, dever-se-á verificar se atributos e comportamentos codificados correspondem à realidade. Este processo só é possível após o desenvolvimento da simulação. Na ferramenta empregada esta tarefa consiste de uma simples busca pelo agente pela região excelente para sua preferência. Ou seja, do local em que o agente tem sua preferência satisfeita. O resultado de distribuição dos agentes A, B, C, D e E encontra-se ilustrada na Figura 6. A análise da coerência entre a distribuição dos agentes e a dos grupos de usuários a praia é realizada visualmente.

<Inserir Figura 6 >

O padrão de cores sobre o mapa base permite visualizar a tendência da distribuição dos agentes ao longo da praia. O número de agentes é igual para cada uma das categorias simuladas.

4.Conclusão

A aplicação da técnica de mapa mental mostrou-se um método eficiente, rápido de ser aplicado e analisado, apresentando-se como uma promissora alternativa para estudos de percepção e comportamento. A sua combinação com questionários foi decisiva na análise dos diagramas, trazendo evidências não explícitas nos mapas, ou mesmo simplesmente facilitando sua interpretação. A possibilidade do emprego de termos linguísticos nas entrevistas deve ser considerada como decisiva para a interpretação e posterior codificação da percepção e comportamento de grupos de usuários. Assim, os resultados alcançados pelo trabalho evidenciam não apenas o potencial da aplicação da técnica de mapas mentais quando associada ao questionário, mas também o seu apelo em relação aos novos horizontes oferecidos pela lógica difusa na exploração da percepção e do comportamento espacial de grupos de usuários. A semelhança obtida entre o mapa mental desenvolvido pelos usuários entrevistados e os mapas mentais virtuais dos agentes A, B, C, D e E confirmam a hipótese de que é possível empregar a técnica para compreensão dos padrões de distribuição espacial das pessoas, informação que serve de subsídio aos modelos baseados em agentes inteligentes difusos.

São indiscutíveis os benefícios que este tipo de conhecimento oferecem ao planejamento e a gestão de áreas públicas, onde modelos podem servir para uma melhor avaliação, ou mesmo a projeção de situações futuras. Contudo, neste trabalho foi dada pouca ênfase a fase de simulação propriamente dita, em virtude da demanda que existe por ferramentas que auxiliem a elucidação da percepção e comportamento espacial de grupos de usuários. Fato que serviu, em parte, de motivação para o desenvolvimento do trabalho. Por outro lado, os resultados das simulações foram suficientes para indicar que, com pouco esforço, será possível realizar simulações mais complexas que as conduzidas neste trabalho. Um último aspecto que deve ser mencionado, é a viabilidade do emprego desta metodologia em outras áreas. Esta é um ótimo meio de abstrair a percepção ambiental e descobrir quais os valores humanos em relação ao meio. O conjunto entre a ferramenta de simulação e a técnica de mapa mental associada a questionário tornam-se em um potencial instrumento na gestão de áreas públicas, onde acima de tudo se busca a satisfação humana, combinada à manutenção da qualidade ambiental.

A técnica per si comprova a hipótese de trabalho, são pertinentes na busca de uma maior similaridade entre o meio real e o artificial. Esta poderá conduzir a um melhor entendimento de como se dá o comportamento humano em relação aos atributos espaciais existentes. A similaridade relativa com o comportamento humano, regulada com a realidade

local, possibilitará o uso do modelo para a realização de simulações no intuito de uma eficaz gestão de vários aspectos, tais como a distribuição espacial, fluxo de pessoas e veículos, etc.

Referências Bibliográficas

- CINCIN-SAIN, B.; KNECHT, R. **Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices**. Washington, D.C.: Island Press, 1998.
- FISCHER, G. N. **Psicologia Social do Ambiente**. (Coleção perspectivas ecológicas): Instituto Piaget, Lisboa; 1994.
- GIMBLETT, H. R., DURNOTA, B., ITAMI, R. M. *Spatially-Explicit Autonomous Agents for Modelling Recreation Use in Complex Wilderness Landscapes* [on line]: **Complex International Journal**. Vol. 3 Abril, 1996; II Criticality and Complexity. Disponível em: <<http://www.csu.edu.au/ci/vol03/gimetal3/gimetal3.html>> Acessado em 28 de Agosto de 2002.
- GIMBLETT, H. R., RICHARDS, M., ITAMI, R. M. *A Complex Systems Approach to Simulating Human Behaviour Using Synthetic Landscapes*. **Complexity International** Vol. 6; Janeiro, 1999; IV Modelling. Disponível em: <<http://life.csu.edu.au/complex/ci/vol6/gimblett/>> Acessado em 28 de Agosto de 2002.
- LYNCH; K. **A Imagem da Cidade**. Massachusetts; Institute of Technology, 1968.
- POLETTE, M. *Subsídios para mitigar os conflitos existentes na Praia Brava/Canto do Morcego (Itajaí)-SC, Tendo como base procedimentos metodológicos do gerenciamento costeiro integrado*. In: **Anais da XVI Semana Nacional de Oceanografia – Oceanografia e Sociedade: um desafio á teoria e á prática**, Rio Grande, RS, Brasil 07 – 13 de Outubro de 2001. Centro Acadêmico Livre de Oceanologia – CALO.
- RAMOS, F.M. **“Percepção ambiental como subsídio para a Educação Ambiental e participação comunitária na Praia Brava, Itajaí, SC”**, UNIVALI-CTTMAR;.
- SILVA, F.E. da; MAZZER, A. M.; SOUZA Jr., S. de; DIOGO, H. R. L.; BONILHA, L. E. C.; MATAREZI, J.; SANTOS, A. L.; FRACASSO, P.; RAMOS, F. M.; GUEDES, J. de S.; CAVEDON, F. S.; CAVALHEIRO, R.; MAFRA, F.; MACHADO, E.; BENEDETTI, L. *Programa de Protecção dos Sistemas de Praia e Duna do Canto do Morcego – Praia Brava, Itajaí, SC* In: **XI Semana Nacional de Oceanografia, Rio Grande do Sul; Resumos Expandidos: Oceanografia e suas interfaces**, de 18 a 24 de outubro de 1998. Pelotas: Universitária/UFPel, 1998. – 709p.
- SOUZA, C.L. *Cognição Ambiental e Leitura da Paisagem Urbana: Teoria e Prática*. In: **3º Encontro interdisciplinar sobre o estudo da Paisagem/** Organizado por Livia de Oliveira e Lucy Marion Calderini Philadelpho Machado: Rio Claro, UNESP, 1998.
- SPERB, R.M. **Agentes Inteligentes Difusos: Uma Ferramenta Híbrida para Exploração de Processos Espaciais em Zonas Costeiras**: Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2002.
- TUAN, YI-FU. **Topofilia. Um Estudo da Percepção, Atitudes e Valores do Meio Ambiente**: São Paulo, Difel, 1980.
- UNESCO. *Desarrollo local y conservacion y desarrollo de SECTORs costeiras en la costa oriental de america latina*: **Boletin del Programa de Co-operación Sur-Sur**, 1997.

Figuras:

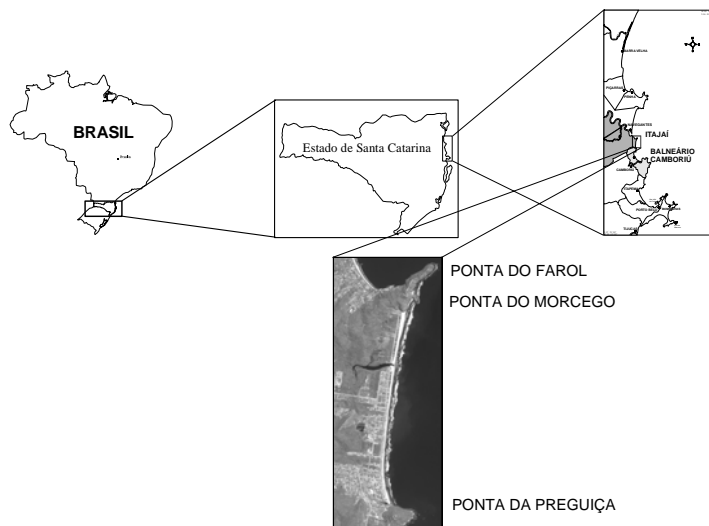


Figura 1. Localização e imagem satélite IKONOS da área de estudo. Fonte: Laboratório de Geoprocessamento – CTTMar/UNIVALI.

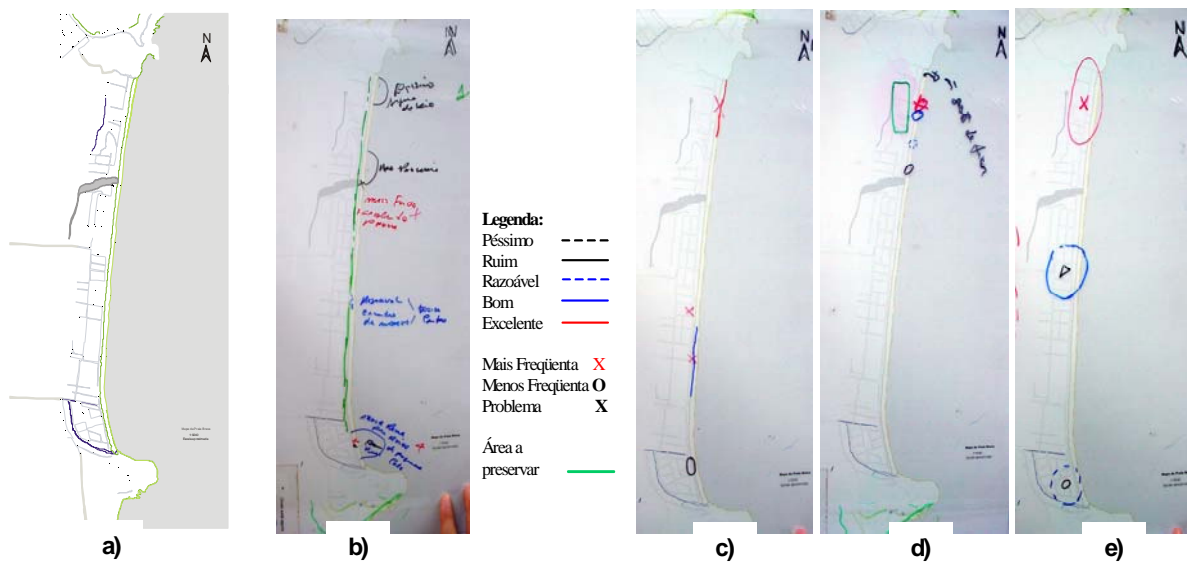


Figura 2. Mapa base da praia Brava (a) utilizado para o registro da percepção ambiental dos usuários pesquisados, e exemplo de mapa mental (b) elaborado por usuário segundo legenda. sobre folha de acetato e mapa base. As imagens c), d) e e) constituem o exemplo de mapas mentais de sujeitos com similar percepção frente ao atributo espacial bar.



Figura 3. Exemplo de REGRA de comportamento com os seus elementos constituintes.

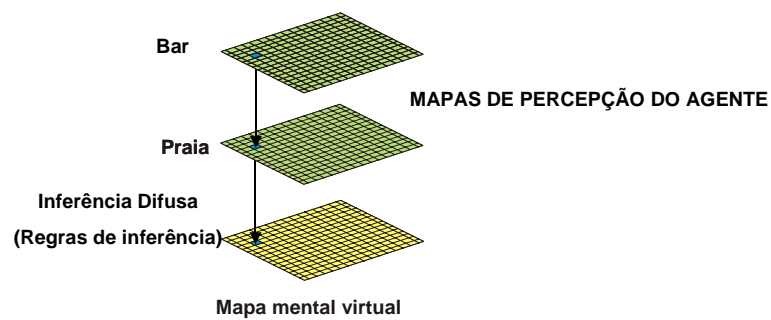
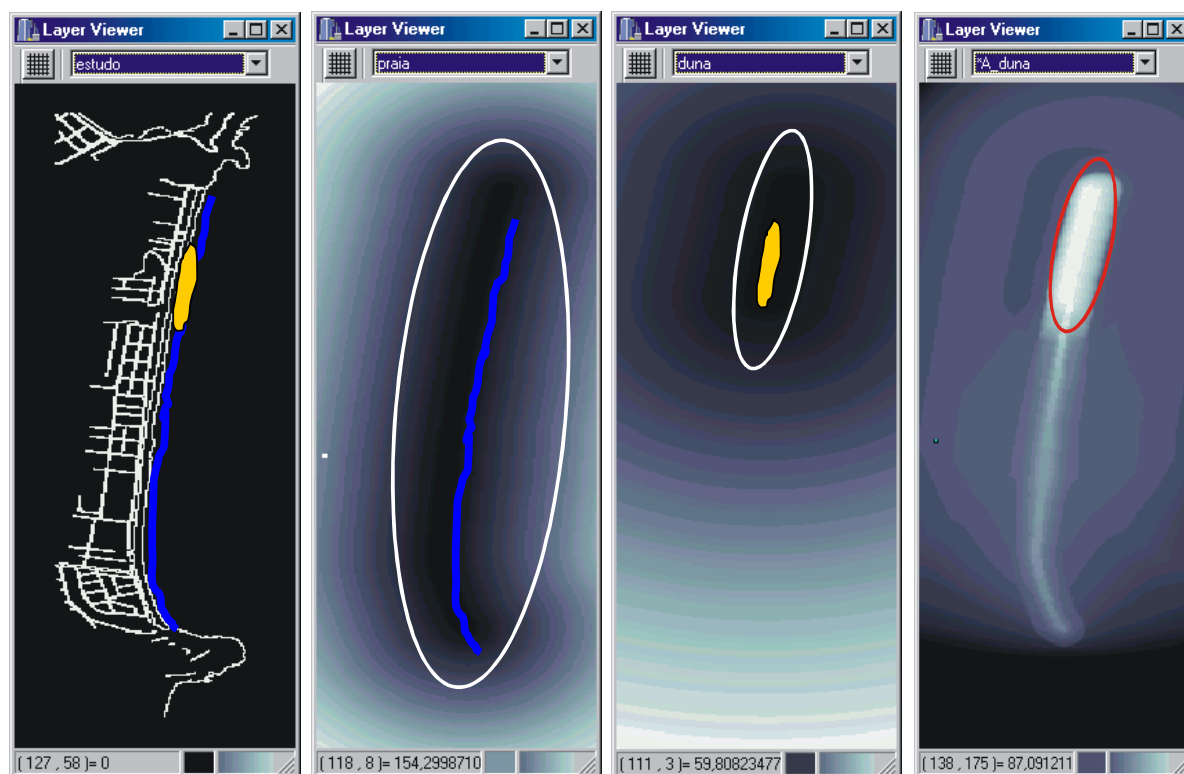


Figura 4. Desenho esquemático da leitura do valor de entrada para o mecanismo de inferência difusa, nos mapas de percepção, e a representação do valor de saída no mapa mental virtual.



1 - Mapa base: azul: praia laranja: dunas	2 - Layer praia: matriz correspondente a distancia da faixa de areia.	3 - Layer duna: matriz correspondente à distancia da duna.	4 - Mapa mental virtual: matriz correspondente à percepção do agente A
--	--	---	---

Figura 5. Exemplo da construção de mapa mental virtual para a categoria A de usuário e mapas de percepção utilizados para o efeito. Imagem 1) representa o Mapa Mental do usuário, o 2) e 3) Mapa Mental Virtual e a imagem 4) o resultado da simulação.

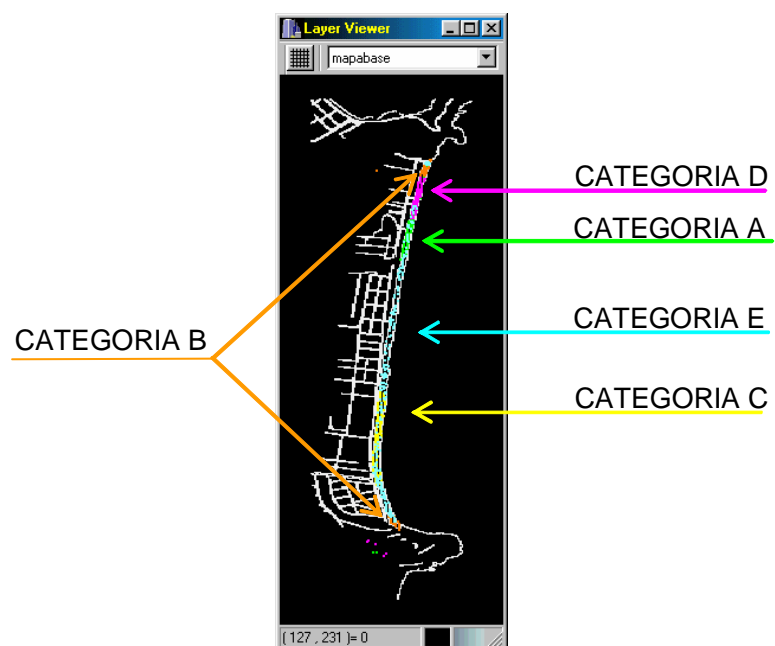


Figura 6. Resultado da simulação com as cinco categorias de agentes.

Informações sobre os autores:

Orlando Guerreiro

Estagiário de Engenharia Ambiental do Núcleo de Ambiente da Universidade dos Açores Departamento de Ciências Agrárias, Campus de Angra do Heroísmo, Terra-Chã. PT - 9701-851 Angra do Heroísmo, Açores, Portugal.

Contato: orlandoguerreiro@alunos.angra.uac.pt

José Matarezi

Professor e Pesquisador do Laboratório de Educação Ambiental em Áreas Costeiras (LEA) Universidade do Vale do Itajaí - Centro de Ciências Tecnológico da Terra e do Mar.

Contato: jmatarezi@univali.br

Rafael Medeiros Sperb

Professor e Pesquisador do Laboratório de Computação Aplicada, Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Vale do Itajaí - Centro de Ciências Tecnológico da Terra e do Mar.

Contato: rsperb@univali.br

João Pedro Barreiros

Professor Pesquisador do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade dos Açores

Contato: jpedro@angra.uac.pt